

## ESTIMASI STOK KARBON MENGGUNAKAN CITRA ALOS AVNIR-2 DI HUTAN WANAGAMA KABUPATEN GUNUNGKIDUL

Agus Aryandi  
agusaryandi0812@gmail.com

Zuharnen  
dt\_harnen21@yahoo.co.id

### Intisari

Permasalahan efek rumah kaca timbul akibat perkembangan teknologi di dunia. Hal ini menyebabkan terjadinya peningkatan emisi karbon, sehingga diperlukan upaya dalam mengurangi emisi karbon. Pemanfaatan citra penginderaan jauh, saat ini banyak digunakan untuk estimasi stok karbon terkait dengan resolusi spasial dan spektral. Tujuan dari penelitian ini (1) Mengetahui model pendugaan terbaik, (2) Melakukan estimasi stok karbon, dan (3) Mengkaji kemampuan citra ALOS AVNIR-2 di Hutan Wanagama.

Estimasi stok karbon dilakukan menggunakan perhitungan alometrik, analisis korelasi dan analisis regresi. Perhitungan alometrik digunakan untuk mengetahui nilai biomassa lapangan. Nilai biomassa lapangan dikorelasikan dengan saluran tunggal dan transformasi indeks vegetasi untuk mendapatkan nilai korelasi terbaik. Analisis regresi digunakan untuk mengetahui nilai stok karbon daerah penelitian. Hasil penelitian ini menunjukkan nilai indeks vegetasi *Ratio Vegetation Index* (RVI) memiliki nilai korelasi terbesar untuk biomassa,  $r = 0,535$  dan  $R^2 = 0,287$ . Nilai biomassa total sebesar 51.186.225,17 kg, sedangkan nilai kandungan karbon total sebesar 24.057.531,55 kg.

Kata kunci: Efek Rumah Kaca, ALOS AVNIR-2, Stok Karbon, Biomassa

### Abstract

Greenhouse effect become an important issue in our world caused by side effect of the advancing technology. This resulted in increasing ammount of carbon emission so efforts to minimize the effect are needed. Remote sensing is often utilized to estimate carbon stock related with spatial and spectral resolution. This study aimed to ; (1) find out the best estimation model, (2) to conduct carbon stock estimation, and (3) to test ALOS AVNIR-2 sensing at Wanagama forest.

Carbon stock estimation was conducted through alometric calculation, along with correlation and regression analysis. Alometric calculation was utilized to find out biomass value on research area. Then, it correlated with single channel and vegetation index tranformation to get the best correlation value. Regression anaysis was used to find out carbon stock value on research area. The result showed *Ratio Vegetation Index* (RVI) had the largest correlation value for biomass,  $r = 0,535$  and  $R^2 = 0,287$ . The overall biomass value of is 51.186.225,17 kg while overall carbon content is 24.057.531,55 kg.

Keywords: Greenhouse Effect, Remote Sensing, ALOS AVNIR-2, Carbon Stock, Biomass.

## PENDAHULUAN

Permasalahan efek gas rumah kaca merupakan permasalahan yang sedang menjadi perhatian khusus oleh negara-negara di dunia. *United Nations Framework Convention on Climate Change* dalam konferensi ke – 13 yang diadakan di Bali pada tanggal 3 – 14 Desember 2007 menghasilkan sebuah kesepakatan yang disebut *Reduce Emissions From Deforestation and Degradation* (REDD), yaitu pengurangan emisi karbon melalui penanggulangan deforestasi dan degradasi hutan.

Menurut *World Resource Institute* (WRI) tahun 2011, dunia menghasilkan emisi karbon sebesar 46 miliar ton. China merupakan negara penghasil emisi terbesar dengan total emisi 10,26 miliar ton. Disusul oleh Amerika Serikat dengan total emisi 6,135 miliar ton. Indonesia berada di urutan keenam dengan total emisi sebesar 2,053 miliar ton.

Indonesia merupakan negara yang memiliki lahan hutan sangat luas sehingga dijuluki paru – paru dunia. Luas lahan hutan di Indonesia kurang lebih seluas 135 juta hektar. Luas lahan hutan tersebut mengalami penurunan setiap tahunnya karena perubahan penggunaan lahan dan pemanfaatan hutan yang tidak sesuai.

Hutan hujan tropis merupakan salah satu jenis hutan yang ada di Indonesia selain hutan bakau, hutan rawa, sabana dan hutan musim. Jenis hutan tersebut merupakan penyerap karbon terbesar di dunia. Salah satu hutan hujan tropis yang ada di Indonesia adalah hutan Wanagama.

Hutan Wanagama merupakan hutan buatan yang berada di kecamatan Patuk dan Playen, Kabupaten Gunungkidul. Hutan Wanagama memiliki luas sebesar 600 ha dengan vegetasi berupa akasia, cendana, pinus merkusi, kayu putih, eboni, murbei dan lain-lain. Wanagama merupakan hutan yang dibuat dengan tujuan reboisasi untuk mengatasi permasalahan lahan tandus di kabupaten Gunungkidul.

Indeks vegetasi merupakan suatu bentuk transformasi spektral yang

diterapkan terhadap citra multisaluran untuk menonjolkan aspek kerapatan vegetasi ataupun aspek lain yang berkaitan dengan kerapatan, misalnya biomassa, leaf area index (LAI), konsentrasi klorofil, dan sebagainya. Secara praktis, indeks vegetasi adalah suatu transformasi matematis yang melibatkan beberapa saluran sekaligus untuk menghasilkan citra baru yang lebih representatif dalam menyajikan aspek – aspek yang berkaitan dengan vegetasi (Danoedoro, 2012).

Pengkajian studi kehutanan secara terestrial memiliki kendala pembiayaan yang besar, cakupan wilayah yang luas dan memakan waktu yang lama. Pemanfaatan citra penginderaan jauh dapat digunakan untuk menekan permasalahan mengenai biaya, waktu dan pengerjaan yang lebih mudah. Salah satu cara yang dipakai untuk mengkaji nilai pantulan spektral tersebut yaitu dengan menggunakan transformasi indeks vegetasi.

Penelitian ini bertujuan untuk (1) Mengetahui model pendugaan terbaik untuk estimasi stok karbon di hutan Wanagama. (2) Melakukan estimasi stok karbon pada hutan Wanagama Kabupaten Gunung Kidul. (3) Mengkaji kemampuan citra ALOS AVNIR-2 untuk estimasi stok karbon pada vegetasi.

## METODE PENELITIAN

Secara garis besar penelitian ini adalah membuat peta estimasi stok karbon dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh.

### • *Alat dan Bahan*

Bahan yang digunakan adalah citra Alos Avnir-2 dan peta RBI. Sedangkan alat yang dipakai diantaranya komputer, dan alat-alat survey dalam pengambilan data lapangan seperti GPS, pita ukur, abney level, dll. Area kajian yang diambil yaitu hutan Wanagama Kabupaten Gunungkidul. Sementara perangkat lunak yang digunakan adalah ENVI untuk transformasi citra serta ARDGIS untuk pembuatan petanya.



Gambar 1. Beberapa alat yang digunakan antara lain pita ukur, abney level, GPS dan kamera.

- Tahapan penelitian

### Klasifikasi Penggunaan Lahan

Klasifikasi Penggunaan lahan dilakukan untuk menentukan penggunaan lahan yang ada pada daerah penelitian. Pengklasifikasian tersebut dilakukan untuk memisahkan tutupan hutan berupa hutan dan non hutan. Pengklasifikasian penggunaan lahan dapat dilakukan menggunakan dua cara yaitu interpretasi visual dan klasifikasi multispektral.

Klasifikasi penggunaan lahan pada penelitian kali ini menggunakan interpretasi visual karena dianggap lebih mudah. Kenampakan obyek pada citra dapat diamati dengan jelas menggunakan citra komposit yang menonjolkan aspek vegetasi, yaitu saluran yang memiliki pantulan vegetasi tinggi seperti saluran 4,3 dan 2. Selain melakukan interpretasi menggunakan komposit citra, pengklasifikasian juga dilakukan menggunakan citra dengan saluran asli yaitu citra dengan saluran 3,2 dan 1. Perbandingan kenampakan obyek pada citra komposit dan citra asli memungkinkan interpreter mengamati obyek berupa tubuh air, lahan kosong, tegalan dan vegetasi yang memiliki kerapatan rendah, sedang dan tinggi.

### Transformasi Indeks Vegetasi

Indeks vegetasi adalah suatu transformasi matematis yang melibatkan

beberapa saluran sekaligus untuk menghasilkan citra baru yang lebih representatif dalam menyajikan aspek – aspek yang berkaitan dengan vegetasi (Danoedoro, 2012). Penelitian ini menggunakan 4 macam indeks vegetasi untuk dicari besar korelasinya dengan hasil pengukuran biomassa di lapangan, yaitu :

a) *Ratio Vegetation Indeks* (RVI), merupakan salah satu indeks vegetasi yang paling sederhana. Memiliki formula sebagai berikut :

$$RVI = NIR/red \dots \dots \dots (1)$$

b) *Normalized Difference vegetation Index* (NDVI), merupakan kombinasi antara teknik penisbahan dengan teknik pengurangan citra. Saluran yang digunakan dalam transformasi NDVI ini adalah saluran merah dan inframerah dekat. Formula NDVI yang dikembangkan oleh Meijerink et al. (1994) sebagai berikut:

$$NDVI = (NIR - red) / (NIR + red) \dots \dots \dots (2)$$

c) *Transformed Vegetation Index* (TVI), adalah transformasi yang dikembangkan untuk menghindari hasil negatif pada NDVI. Formulanya adalah sebagai berikut :

$$TVI = \sqrt{\{(NIR - Red) / (NIR + Red)\} + 0,5} \dots \dots \dots (3)$$

d) *DVI (Difference Vegetation Index)* merupakan transformasi indeks vegetasi yang menggunakan nilai selisih antar saluran dengan formulasi sebagai berikut :

$$DVI = 2,4(NIR) - Red \dots \dots \dots (4)$$

### Tahap Penentuan Sampel

Sampel dilapangan di ambil berdasarkan hasil dari pengkelasan nilai indeks vegetasi dan klasifikasi penggunaan lahan. Pengkelasan nilai indeks vegetasi dilakukan untuk mendapatkan tingkat kerapatan vegetasi yang ada di daerah penelitian. Informasi tingkat kerapatan vegetasi tersebut kemudian digunakan untuk mengetahui persebaran obyek berupa lahan kosong, vegetasi kerapatan rendah, sedang dan tinggi. Penentuan sampel juga dilakukan berdasarkan pada hasil klasifikasi penggunaan lahan dan peta RBI.

Klasifikasi penggunaan lahan digunakan untuk menunjukkan kenampakan hutan dan non hutan, serta sebagai data pembandingan dari hasil pengkelasan indeks vegetasi.

### Pengukuran dan Perhitungan Biomassa di lapangan

Pengukuran biomassa dilapangan dilakukan dengan menggunakan persamaan alometrik. Persamaan alometrik disusun berdasarkan jenis vegetasi yang ada di daerah tersebut, sehingga terdapat perbedaan persamaan antara hutan homogen dengan hutan yang heterogen. Perbedaan persamaan tersebut mempengaruhi nilai koefisiensi dan parameter yang digunakan pada saat pengambilan data di lapangan. Data yang diambil pada lapangan kali ini meliputi jenis, jumlah, keliling dan tinggi pohon dalam setiap plot pengukuran.

Biomassa dihitung dengan satuan berat perluasan plot, sehingga setiap plot sampel akan memiliki nilai biomassa masing-masing. Persamaan alometrik yang digunakan dalam penelitian ini merupakan persamaan alometrik yang dikhususkan untuk jenis hutan heterogen pada provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yang bersumber dari monograf model alometrik kementerian kehutanan (2012). Persamaan tersebut dituliskan sebagai berikut:

$$W = 0,022(DBH^2H)^{1,010} \dots\dots\dots (5)$$

W = biomassa atas permukaan (kg)  
 DBH = diameter batang (cm)  
 H = tinggi pohon (cm)

### Analisis Statistik

Analisis statistik yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis korelasi dan analisis regresi. Analisis korelasi adalah metode statistik yang digunakan untuk mengukur besarnya hubungan linier antara dua variabel atau lebih (Walpole, 1995). Nilai korelasi berkisar pada interval -1 sampai 1, jika korelasi bersifat positif maka hubungan antara dua variabel bersifat searah. Sebaliknya jika korelasi bersifat negatif maka hubungan antara dua variabel

bersifat berlawanan. Rumus korelasi sederhana adalah sebagai berikut:

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{(n \sum x^2 - (\sum x)^2)(n \sum y^2 - (\sum y)^2)} \dots\dots (6)$$

N = jumlah sampel  
 X = variabel bebas  
 Y = variabel terikat  
 R = koefisien korelasi

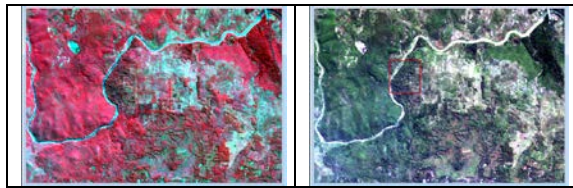
Analisis regresi merupakan analisis yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh suatu variabel terhadap variabel lain. Analisis ini menggunakan dua variabel yaitu data penginderaan jauh sebagai variabel bebas dan data biomassa lapangan sebagai variabel terikat. Data penginderaan jauh yang digunakan untuk analisis korelasi terdiri dari *digital number* (DN) untuk band saluran tunggal berupa band merah, hijau, biru dan inframerah dekat, serta indeks vegetasi yang meliputi NDVI, RVI, TVI dan DVI. Masing – masing nilai data tersebut dikorelasikan dengan biomassa pada plot sampel sehingga diketahui nilai korelasi terbaik (> 0,5) Nilai tersebut menunjukkan model pendugaan terbaik yang digunakan dalam estimasi biomassa dan stok karbon pada daerah penelitian. Persamaan untuk regresi linier sederhana adalah:

$$Y = a + b \log X \dots\dots\dots (7)$$

Y = variabel terikat  
 X = variabel bebas  
 a = harga konstan  
 b = arah koefisien regresi

### HASIL DAN PEMBAHASAN

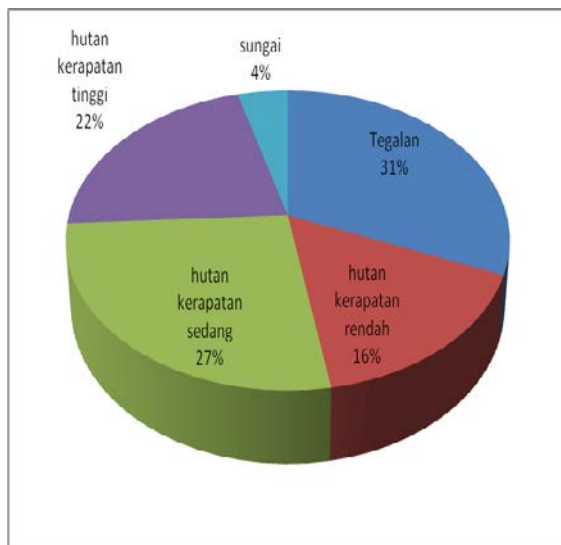
Interpretasi visual ini dilakukan dengan menggunakan citra Alos Avnir-2 dengan komposit 432 (gambar 5.4). Citra Alos komposit 432 merupakan komposit citra yang menonjolkan kenampakan vegetasi karena pada saluran (*band*) 4 atau inframerah dekat, vegetasi mempunyai pantulan spektral yang tinggi sehingga pada komposit citra 432 vegetasi akan menonjol dengan warna merah.



Gambar 2. Contoh Komposit (RGB) (a) Komposit 432, (b) Komposit 321 (Pengolahan Citra Digital, 2014)

Kenampakan penggunaan lahan yang terdapat di hutan Wanagama berdasarkan hasil interpretasi visual berupa hutan kerapatan tinggi, sedang, rendah dan tegalan. Kenampakan hutan diidentifikasi melalui unsur interpretasi warna pada komposit citra 432. Vegetasi ditunjukkan dengan kenampakan warna merah. Semakin merah kenampakan obyek pada citra maka semakin tinggi kerapatan vegetasi yang ada di daerah tersebut.

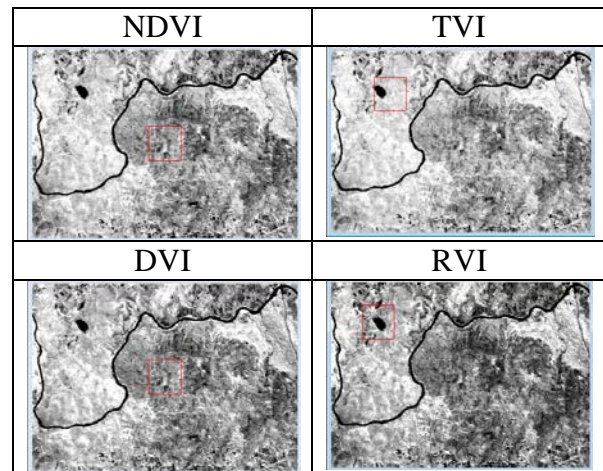
Luasan penggunaan lahan masing masing penggunaan lahan dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram luasan penggunaan lahan di hutan wanagama (Analisis Data, 2014)

### Transformasi Indeks Vegetasi

Penelitian ini menggunakan 4 macam indeks vegetasi untuk dicari nilai korelasinya dengan hasil pengukuran biomassa di lapangan, yaitu NDVI, RVI, TVI dan DVI.



Gambar 4. Hasil Transformasi Beberapa Indeks Vegetasi

Berdasarkan hasil analisis pada hasil NDVI, rentang nilai yang dihasilkan adalah -0.666667 sampai 0.503876 dengan standar deviasi 0.120309.

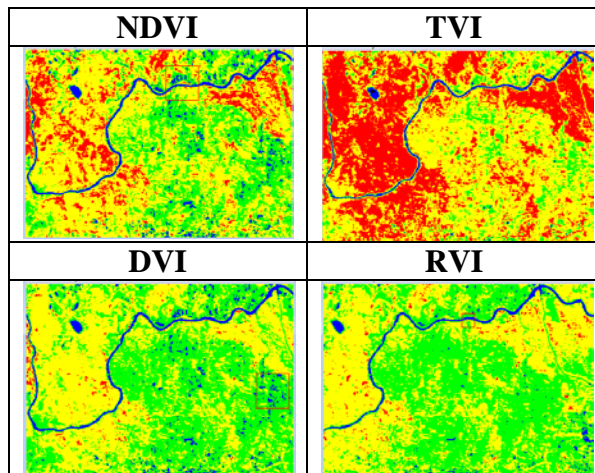
Transformasi RVI merupakan salah satu transformasi indeks vegetasi yang paling sederhana. Berdasarkan hasil analisis pada hasil RVI, rentang nilai yang dihasilkan adalah 0.200000 sampai 3.031250 dengan standar deviasi 0.344466.

Transformasi TVI dikembangkan untuk menghindari hasil negatif pada NDVI. TVI menggunakan algoritma pengurangan dan perkalian. Berdasarkan hasil analisis pada hasil TVI, rentang nilai yang dihasilkan adalah 0 sampai 1.001936 dengan standar deviasi 0.079777.

Transformasi DVI merupakan transformasi yang digunakan untuk menonjolkan aspek vegetasi dan dikembangkan untuk menghindari nilai negatif. Berdasarkan hasil analisis pada hasil DVI, rentang nilai yang dihasilkan adalah -244.800003 sampai 175.200012 dengan standar deviasi 32.359915.

Hasil transformasi tersebut kemudian dikelaskan dalam tingkat kerapatan tinggi, sedang dan rendah untuk digunakan dalam penentuan sampel lapangan. Hasil klasifikasi kerapatan vegetasi beberapa transformasi dapat dilihat pada gambar 5.





Gambar 5. Hasil klasifikasi sementara transformasi indeks vegetasi  
Sumber : Pengolahan citra, 2014

Hasil klasifikasi indeks vegetasi menunjukkan vegetasi yang memiliki kerapatan tinggi berada di sebelah timur laut dan barat hutan Wanagama. Di sebelah utara, selatan dan sebagian wilayah timur vegetasi yang ada merupakan vegetasi dengan kerapatan rendah dan sedang.

#### Pengumpulan Sampel Lapangan

Titik sampel awal yang ditentukan berjumlah 40 titik sampel. 40 sampel tersebut terdiri dari 10 sampel pada vegetasi kerapatan tinggi, 10 sampel pada vegetasi kerapatan sedang dan 20 sampel pada vegetasi kerapatan rendah. Sampel pada vegetasi kerapatan rendah tersebut dibedakan menjadi 10 sampel untuk hutan kerapatan rendah dan 10 sampel untuk penggunaan lahan non hutan berupa tegalan. Perhitungan biomassa menggunakan persamaan alometrik digunakan untuk mengetahui besar biomassa yang terkandung pada satu pohon karena itu sampel yang diperlukan adalah wilayah yang memiliki pohon di dalamnya.

Pengambilan sampel pada penggunaan lahan tegalan tidak digunakan dalam perhitungan biomassa. Pengambilan sampel digunakan sebagai perbandingan nilai indeks vegetasi antara hutan kerapatan rendah dan tegalan pada citra. Ukuran plot sampel yang digunakan di lapangan adalah 20x20m. Ukuran plot lapangan disesuaikan

dengan resolusi spasial citra Alos Avnir-2 yaitu 10 meter pada 1 piksel. Ukuran 20x20m digunakan untuk mengatasi adanya pergeseran koordinat di lapangan dengan citra. Sampel yang didapat di lapangan berjumlah 30 sampel. Jumlah sampel tersebut tidak sesuai dengan penentuan sampel awal yang berjumlah 40 sampel. Ketidaksesuaian tersebut terjadi karena terkendalanya akses jalan ke titik yang ditentukan. Hutan wanagama yang dilalui oleh DAS Oyo dihubungkan oleh jembatan gantung yang sejak tahun 2006 telah runtuh akibat bencana gempa. Hal tersebut mengakibatkan tak bisa diambilnya sampel yang lokasinya berada disebelang jembatan tersebut. Kemudian dari 30 data sampel yang didapat hanya 27 sampel yang bisa digunakan dalam analisis korelasi. Hal ini dikarenakan ada beberapa data yang outliers atau memiliki nilai sangat jauh dibandingkan sampel lainnya. Apabila sampel tersebut dipaksakan untuk analisis korelasi maka dapat mengurangi tingkat korelasi antar variabel.

#### Pengukuran Biomassa di Lapangan

Besar biomassa di lapangan ditentukan oleh besar diameter, tinggi pohon dan jumlah pohon yang berada dalam satu plot pengukuran. Persamaan alometrik digunakan untuk mengetahui besar biomassa yang ada pada sebuah pohon. Nilai total biomassa per plot sampel didapat dari penjumlahan nilai biomassa per pohon sesuai dengan jumlah pohon yang ada pada setiap plot pengukuran.

Nilai biomassa terbesar berada pada titik sampel 23 yaitu sebesar 10.748 kg dengan jumlah pohon sebanyak 19 pohon. Nilai biomassa terkecil berada pada titik sampel 10 yaitu sebesar 294 kg dengan jumlah pohon sebanyak 2 pohon (Gambar 6)



Gambar 6. Keadaan di lapangan titik sampel 10

Jika dilihat berdasarkan tingkat kerapatan vegetasinya titik sampel 23 termasuk dalam kerapatan vegetasi tinggi karena memiliki pohon berdiameter besar, tinggi dan tutupan kanopi yang rapat karena itu meskipun banyak titik sampel lain yang memiliki jumlah pohon lebih banyak dalam satu sampel namun kandungan biomasanya tidak sebanyak seperti pada titik sampel 23 (Gambar 5.8 a). Pohon terbesar pada sampel ini memiliki keliling sebesar 225 cm dengan ketinggian 21m, sedangkan pohon terkecil memiliki keliling sebesar 19cm dengan ketinggian 5m.

Titik sampel yang memiliki jumlah pohon terbanyak adalah titik 14 dengan 89 pohon. Titik sampel ini termasuk dalam vegetasi kerapatan tinggi dan memiliki kandungan biomassa sebesar 4308 kg. Keliling pohon terbesar pada sampel ini yaitu 129 cm dengan ketinggian pohon 12m, sedangkan keliling pohon terkecil yaitu 11cm dengan ketinggian pohon 7m. Meskipun memiliki jumlah pohon terbanyak namun sebagian besar pohon pada titik sampel ini merupakan pohon dengan diameter batang yang kecil dan ketinggian pohon yang tak terlalu tinggi sehingga kandungan biomassa nya tak lebih banyak dari titik sampel lain yang memiliki jumlah pohon yang lebih sedikit.



Gambar 7. Perbandingan kondisi di lapangan sampel 23 dengan sampel 14.

Salah satu titik sampel yang termasuk dalam kerapatan vegetasi sedang adalah sampel 12. Jenis pohon pada sampel ini yaitu jati dengan jarak tanam yang teratur. Jarak tanam yang teratur menandakan kalau pohon jati tersebut sengaja ditanam dengan tujuan tertentu, selain sebagai penanggulangan lahan kritis jati juga dimanfaatkan sebagai tumbuhan industri. Jumlah pohon dalam sampel ini berjumlah 20. Pohon terbesar memiliki keliling 82 cm dengan ketinggian 13,41m sedangkan pohon terkecil memiliki keliling 12 cm dengan ketinggian 8,24m. Total biomassa paa titik sampel ini adalah 2434 kg.

Selain jati titik sampel lain yang memiliki jenis pohon sejenis adalah kayu putih. Pohon kayu putih merupakan salah satu tumbuhan industri yang biasanya digunakan sebagai bahan dasar pembuatan minyak kayu putih. Jenis pohon ini salah satunya terletak pada titik sampel 2. Titik sampel ini termasuk dalam kerapatan vegetasi rendah dengan jumlah pohon sebanyak 8. Pohon terbesar memiliki keliling 103 cm dengan ketinggian 22m sedangkan pohon terkecil memiliki keliling 40 cm dengan ketinggian 20m. Total biomassa pada titik sampel ini adalah 2797 kg.

### Analisis Statistik antara Nilai Indeks Vegetasi dan Biomassa

Analisis statistik dilakukan pada variabel yang memiliki nilai korelasi lebih besar dari 0,5. Berdasarkan tabel 5.3 dapat dilihat bahwa variabel yang memenuhi syarat adalah NDVI, TVI dan RVI. NDVI memiliki nilai korelasi 0,526, TVI memiliki nilai korelasi 0,523 dan RVI memiliki nilai korelasi 0,535 sedangkan Nilai korelasi

band tunggal tidak ada yang mencapai 0,5 sehingga tidak digunakan dalam analisis selanjutnya. Kemampuan variabel hasil analisis korelasi ditampilkan dalam tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Nilai Korelasi Terhadap Biomassa

Variabel	Rumus	R	R <sup>2</sup>
Red	$y = -107.4x + 9457.$	0,444	0,198
Green	$y = -45.02 + 3427$	0,376	0,142
Blue	$y = -35.7x + 2266.$	0,414	0,172
IR	$y = 3.91E+00x + 4.64E+02$	0,031	0,001
NDVI	$y = 4861.x - 241.5$	0,526	0,277
TVI	$y = 8039x - 5986$	0,523	0,274
DVI	$y = 19.98x - 276.8$	0,497	0,245
RVI	$y = 1.57E+03x - 1.66E+03$	0,535	0,287

Sumber : Pengolahan citra, 2015

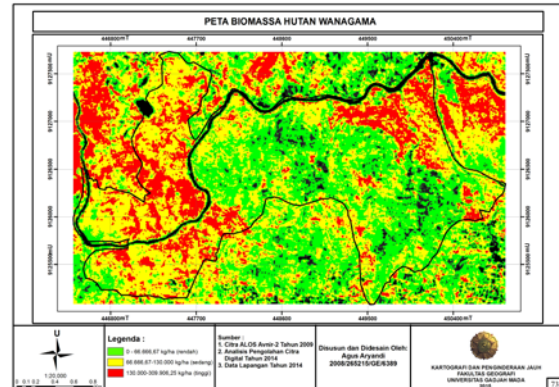
Analisis statistik antara RVI dengan biomassa dilapangan menunjukkan koefisien korelasi sebesar 0,535 dan koefisien determinasi sebesar 0,287. Nilai koefisien korelasi RVI merupakan yang tertinggi dibandingkan dengan nilai NDVI dan TVI. Arah hubungan menunjukkan arah positif, dimana semakin tinggi RVI maka nilai biomassa juga akan semakin besar. Pola persebaran titik sampel hampir sama seperti pada grafik hubungan NDVI dan TVI dengan biomassa. Hal ini menunjukkan bahwa NDVI, TVI dan RVI memiliki dampak yang hampir sama meskipun memiliki rentang nilai yang berbeda.

Persamaan yang didapat melalui analisis regresi dari transformasi terbaik kemudian digunakan untuk mengetahui besar biomassa wilayah penelitian melalui citra satelit. Setelah nilai kandungan biomassa diperoleh kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui stok karbon yang terdapat di wilayah penelitian.

### Pemetaan Biomassa Berdasarkan Transformasi Vegetasi Terbaik

Pemetaan biomassa dilakukan pada transformasi indeks vegetasi yang memiliki nilai korelasi paling tinggi dengan biomassa menggunakan persamaan regresi. Berdasarkan hasil analisis statistik,

transformasi indeks vegetasi yang memiliki nilai korelasi terbaik adalah RVI dengan nilai 0,535. Hasil pemetaan biomassa berdasarkan transformasi terbaik dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Hasil Pemetaan Biomassa Berdasarkan Transformasi Terbaik  
Sumber : Pengolahan Citra, 2015

Kandungan biomassa dibagi menjadi tiga kelas yaitu rendah, sedang dan tinggi. Pengkelasan nilai biomassa tersebut dilakukan untuk memudahkan pembacaan informasi yang terkandung dalam peta tersebut. Panduan estimasi stok karbon sesuai SNI 7724:2011 belum mengatur mengenai pembagian tingkat kelas biomassa dan karbon sehingga pengkelasan dilakukan berdasarkan nilai kandungan biomassa yang terkandung dalam piksel. klasifikasi nilai kandungan biomassa dapat dilihat pada tabel 5.9. Daerah yang memiliki nilai biomassa berkisar antara 0-66.666,67 kg/ha termasuk dalam klasifikasi rendah. Daerah yang memiliki nilai biomassa berkisar antara 66.666,67-130.000 kg/ha termasuk dalam klasifikasi sedang. Daerah yang memiliki nilai biomassa berkisar antara 130.000-309906,25 kg/ha termasuk dalam klasifikasi tinggi



Tabel 2. Klasifikasi nilai kandungan biomassa

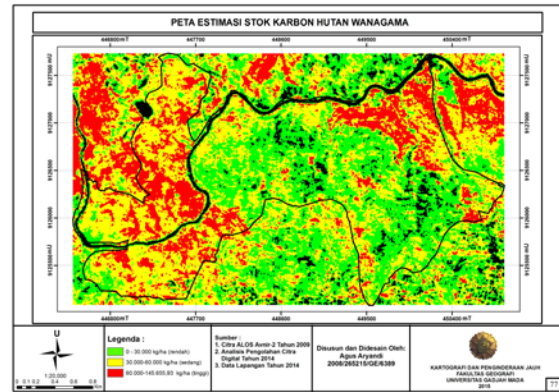
No	Nilai kandungan Biomassa	Klasifikasi
1	0-66.666,67 kg/ha	Rendah
2	66.666,67-130.000 kg/ha	Sedang
3	130.000-309.906,25 kg/ha	Tinggi

Sumber : Pengolahan Citra, 2015

Hasil pemetaan biomassa menunjukkan kalau nilai biomassa terbesar berada pada daerah yang memiliki kerapatan tinggi, kemudian diikuti kerapatan sedang dan rendah. Kandungan biomassa yang terdapat pada daerah penelitian berkisar antara 0 – 309.906,25 kg/ha sedangkan nilai biomassa keseluruhan adalah 51.186.225,17 kg.

### Pemetaan Stok Karbon

Pemetaan stok karbon mengacu pada asumsi bahwa setengah dari biomassa adalah kandungan karbon. Kandungan stok karbon didapat menggunakan nilai faktor konversi sebagai nilai pengkali dari nilai biomassa. Nilai faktor konversi ditentukan berdasarkan jenis pohon yang ada pada daerah penelitian. Pada penelitian kali ini nilai konversi yang digunakan adalah 0,47. Nilai tersebut merupakan nilai default sesuai dengan panduan IPCC tahun 2006. Nilai default digunakan karena jenis pohon pada daerah penelitian cukup bervariasi tidak hanya mencakup satu jenis pohon saja. Hasil pemetaan stok karbon berdasarkan transformasi terbaik dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. hasil pemetaan stok karbon berdasarkan transformasi terbaik.

Sumber : Pengolahan Citra, 2015

Informasi stok karbon yang diperoleh merupakan nilai karbon yang berasal dari nilai piksel, banyaknya nilai piksel yang muncul pada wilayah penelitian merupakan informasi yang berisi informasi nilai karbon. Kurva pada histogram stok karbon pada rentang 400 – 500 menunjukkan nilai yang signifikan (frekuensi tinggi). Sedangkan pada rentang 600-650 kurva mulai menurun. Nilai minimum pada histogram stok karbon menunjukkan nilai - 632.619995. Nilai tersebut pada penelitian ini tidak digunakan karena dianggap sebagai piksel rusak (*error*) sehingga nilai minimum tersebut dihilangkan. Pada penentuan kelas klasifikasi stok karbon rentang nilai yang digunakan yaitu 0 - 1456.559326. Klasifikasi nilai stok karbon dibagi menjadi tinggi, sedang, dan rendah. Selengkapnya pada tabel 3 Klasifikasi nilai stok karbon

Tabel 3. Klasifikasi nilai stok karbon

No	Nilai stok karbon	Klasifikasi
1	0-30.000 kg/ha	Rendah
2	30.000-60.000 kg/ha	Sedang
3	60.000-145.655,93 kg/ha	Tinggi

Sumber : Pengolahan Citra, 2015

Hasil pemetaan stok karbon menunjukkan kalau nilai karbon yang terdapat pada daerah penelitian berkisar antara 0 – 145.655,93 kg/ha sedangkan nilai karbon keseluruhan adalah 24.057.531,55 kg.

## KESIMPULAN

1. Citra ALOS Avnir-2 dapat digunakan untuk estimasi stok karbon di wilayah hutan Wanagama. Hal ini ditunjukkan dari hasil estimasi stok karbon yang diperoleh dari citra berupa tiga kelas klasifikasi stok karbon. Klasifikasi tersebut yaitu rendah (0 - 30.000 kg/ha), sedang (30.000-60.000 kg/ha) dan tinggi (60.000-145.655,93 kg/ha). Nilai keseluruhan stok karbon di hutan Wanagama sebesar 24.057.531,55 kg.
2. Hubungan indeks vegetasi dan biomassa ditunjukkan oleh nilai korelasi (R) lebih besar dari 0,5. Hasil perhitungan menunjukkan tiga indeks vegetasi yang dianggap terbaik karena memiliki nilai lebih dari 0,5 yaitu NDVI, RVI dan TVI. NDVI memiliki nilai korelasi 0,526, TVI memiliki nilai korelasi 0,523 dan RVI memiliki nilai korelasi 0,535. Dalam pemetaan estimasi stok karbon, indeks vegetasi yang digunakan adalah RVI karena indeks vegetasi tersebut memiliki nilai korelasi terbesar dibandingkan NDVI dan TVI.

## DAFTAR PUSTAKA

- Danoedoro, P. 1996. *Pengantar Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta : Fakultas Geografi UGM
- Danoedoro, P. 2012. *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Yogyakarta : Penerbit Andi
- Huete, A.R, Gleen, E.P. 2011. *Remote Sensing Of Ecosystem Structure And Function, Advance In Enviromental Remote Sensing*, P.291. CRC Press. Boca Raton.
- Howard, J. 1991. *Remote Sensing of Forest Resources- Theory and Application*, (diterjemahkan dalam Judul *Penginderaan Jauh untuk Sumber Daya Hutan- Teori dan Aplikasi* oleh Hartono, Dr. dkk, tahun 1996.

Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Krisna, H. A., W.C. Imanudin, R. 2012. *Monograf Model-Model Alometrik untuk Pendugaan Biomassa Pohon pada Berbagai Tipe Ekosistem Hutan di Indonesia*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Kementrian Kehutanan. Bogor.

Walpole, R.E. 1995. *Pengantar Statistika*. Edisi ke-3. Jakarta: Gramedia